Un nouveau capteur permet de mesurer automatiquement le snowdrift. Mode d'emploi.

FlowCapt : un capteur dans le vent

Weisshorn (4 505 m) Valais. Sur un site, les indications fournies par les anémomètres ne suffisent pas pour quantifier précisément le "snowdrift", qui dépend en particulier de la qualité du manteau neigeux en surface. Photo : Naters AG

La redistribution de la neige par transport éolien - le "snowdrift" - modifie le risque d'avalanche.

Valais central, le 17 janvier 1998 à 6 h 30. Fabrice Meyer, chef de sécurité de Tél-Aminona, consulte les informations enregistrées pendant les dernières 12 h par les capteurs de la station d'observation nivo-météorologique située en amont, sous le Mont Bonvin. Précipitations modérées à 2400 mètres. L'anémo-girouette révèle un début de nuit sous vent d'ouest modéré, puis inversion en nord nord-ouest, modéré à fort pendant le reste de la nuit. Le driftomètre manuel [1], situé en aval, à un endroit d'accès facile, a recueilli au total 100 grammes de neige, répartie dans les sachets côté Nord et Ouest. Faut-il faire venir l'hélicoptère afin de miner les pentes nord qui dominent le domaine skiable ? Il fait nuit et toute observation des pentes est impossible. Dans deux heures, les premiers skieurs sont en piste. Pour prendre la bonne décision, il est indispensable de connaître le plus précisément possible les quantités de neige localement transportées par le vent. Cette information - encore appelée "snowdrift" - est donc une information de première importance pour la gestion et la prévision des risques [2].

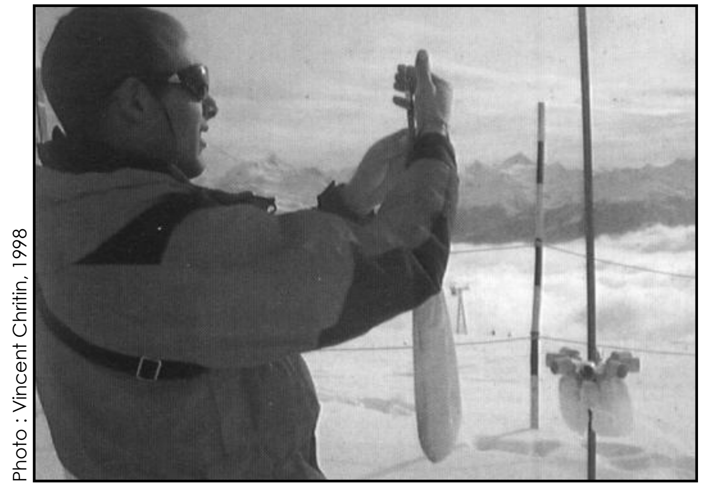


Photo : Vincent Chritin, 1998

▲ *Sur le terrain, le "snowdrift" est mesuré au moyen du driftomètre, ou d'autres systèmes manuels ou semi-automatiques [3]. Avec le driftomètre, chefs de sécurité et pisteurs pèsent régulièrement des sachets lors des périodes de transport. Le "snowdrift" est également obtenu par estimation, à partir de données indirectes, mesurées ou calculées.*

Par rapport à la mesure manuelle ou à l'estimation indirecte, l'intérêt d'une mesure automatique est évident : enregistrement du "snowdrift" (kg.m-2.s-1) 24h/24, quantités de neige déterminées précisément. Pour la prévision locale, l'information "snowdrift" peut ensuite être intégrée par périodes représentatives, typiquement d'une durée de 4 heures. De cette manière, la quantité de neige (Q en kg/m^2) transportée localement peut être déterminée précisément et fournie automatiquement aux systèmes de prévision tel NivoLog™.

Cette application est actuellement en cours de validation au moyen d'un capteur FlowCapt installé à Aminona (Valais).



Photo : Véronique Salle, 1998

▲ *L'anémo-driftomètre FlowCapt permet de mesurer automatiquement deux grandeurs : la vitesse du vent (m/s) et le flux de "snowdrift" (kg.m-2.s-1).*

La version connectée à la station nivo-météorologique d'Aminona (Valais) mesure le vent et le "snowdrift" à deux hauteurs au-dessus du sol : la première entre 0 et 1 m, la seconde entre 1 m et 1,2 m. De cette manière, le transport est différencié selon un profil à deux niveaux.

Comment ça marche ?

Sur le papier, le principe de fonctionnement FlowCapt est simple : les cristaux de neige portés par le vent frappent le capteur. Les chocs créent un bruit de crépitement.



Photo : Vincent Chritin, 1995

▲ *Chocs, contre un tube métallique, de particules de neige en suspension dans un vent violent.*

Des transducteurs électro-acoustiques recueillent ce bruit. Ce principe de détection permet également de déterminer précisément la vitesse du vent, dont l'écoulement contre le capteur induit également une pression mesurable. Combinant ces deux effets, le capteur FlowCapt est donc un anémo-driftomètre. En pratique, la mise au point et le calibrage du dispositif ont nécessité le recours à de solides développements théoriques et à de nombreuses expérimentations en laboratoire, et sur le terrain. La faisabilité du dispositif a été démontrée par des expérimentations menées en soufflerie à l'EPFL en collaboration avec Th. Castelle [4]. Sur cette base, une étude poussée a été poursuivie au Laboratoire d'Electromagnétisme et d'Acoustique, avec le concours du guide valaisan et ingénieur Th. Melly [5].

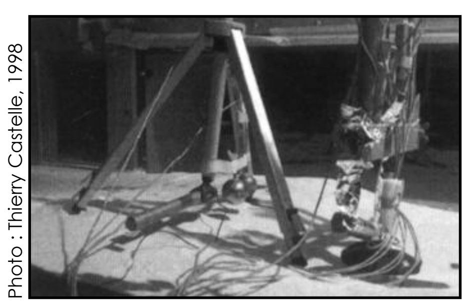
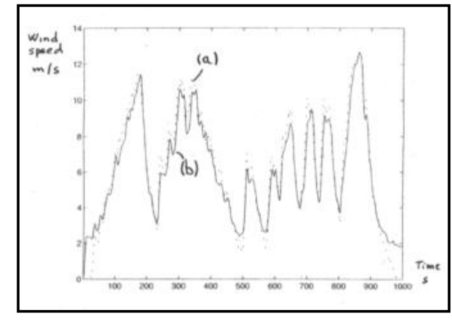


Photo : Thierry Castelle, 1998

◄ *Prototypes de cateurs acoustiques dans la soufflerie biphasique du LASEN-EPFL.*



◄ *Comparaison des vitesses de vent relevées en soufflerie, par (a) un anémomètre type MiniAir®05 et (b) l'anémo-driftomètre prototype Eoleige, placés côte-à-côte [5].*

Au terme de cette première phase de développement, un prototype de capteur anémo-driftomètre, baptisé Eoleige, a été installé et validé sur le site du Pas-de-Maimbré, à Anzère.

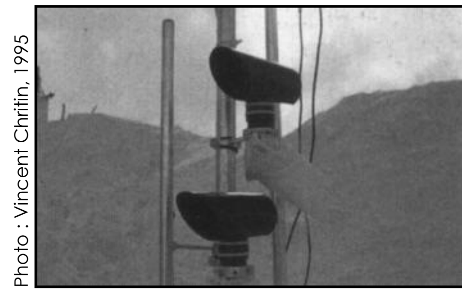
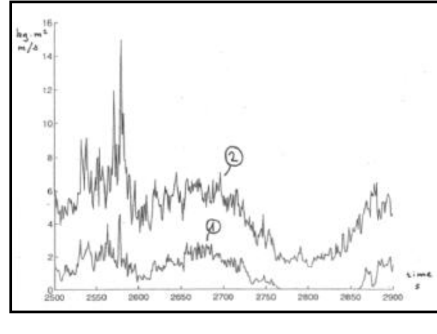


Photo : Vincent Chritin, 1995

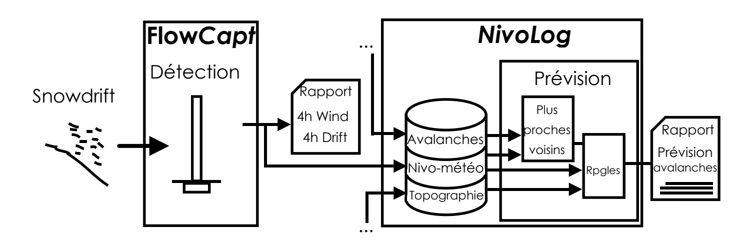
◄ *Anémo-driftomètre acoustique, et driftomètres manuels, en test de validation au Pas-de-Maimbré à Anzère.*



◄ *Enregistrement simultané du snowdrift (1) et de la vitesse du vent (2), à Anzère, le 10.1.96, par foehn violent [5]. La comparaison des deux enregistrements permet de distinguer le seuil de déclenchement du transport par saltation.*

La campagne d'essais réalisée au moyen des prototypes s'est avérée extrêmement concluante. Sur la base des résultats obtenus, le développement d'une version industrielle de l'anémo-driftomètre acoustique a été réalisé par IAV Engineering, entreprise nouvellement créée au parc scientifique de l'EPFL.

Pour permettre la validation opérationnelle du système, en vue de son intégration au réseau d'observation nivo-météorologique intercantonal Suisse, le Département des Transports, de l'Equipement et de l'Environnement du Canton du Valais a décidé à l'automne 1997 d'équiper une station nivo-météorologique d'un capteur FlowCapt.



▲ *La mesure automatique "Snowdrift" s'inscrit dans le concept plus général de la chaîne de prévision automatique des risques d'avalanches, qui consiste en une intégration standard des capteurs d'observation nivo-météorologique sur les sites au système de prévision.*

Le capteur est relié à la station nivo-météorologique de Tél-Aminona. Conçue et opérée par H. Gubler de ALPUG (Davos), la station est située à 2 700 m, sous le Mont Bonvin. Pendant tout l'hiver 97/98, deux valeurs de "snowdrift" y sont enregistrées chaque minute. La première valeur est intégrée sur une hauteur totale de 1 m au dessus du sol. La seconde est mesurée à une hauteur comprise entre 1 m et 1,2 m au-dessus du niveau du sol. La vitesse du vent est également relevée par le capteur. Ces trois données complètent les données nivo-météorologiques mesurées par les différents capteurs de la station en place [6].



Photo : Vincent Chritin, 1997

Les informations sont stockées et transmises au système Nivolog™, utilisé quotidiennement par Tél-Aminona pour la gestion et la prévision des risques sur le domaine skiable.

A l'issue des tests en cours cet hiver, FlowCapt deviendra l'un des composants essentiel de NivoLog. On peut ainsi espérer que la prévision locale des avalanches fasse un nouveau pas en avant pour une prévention toujours meilleure.

Vincent CHRITIN
IAV Engineering
-Ingénierie Acoustique Vibrations-
PSE/A-EPFL

REMERCIEMENTS

Spécialement à Ch. Wuilloud, chef de la Section Dangers Naturels en Valais, à Hansueli Gubler, d'ALPUG, et R. Bolognesi, de GESTER SA pour leur expertise constante dans la problématique "snowdrift" ; au directeur de Tél-Aminona, Jean-Claude Amos et à son chef de sécurité Fabrice Meyer, pour leur implication et leur aide logistique sur le terrain.

Merci également à Th. Melly, Prof. M. Rossi, R. Dupuis et D. Lombard pour leur précieux concours. Et à Th. Castelle.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Bolognesi (R.), 1996, The Driftometer, Proc. of The International Snow and Science Workshop, Banff, Canada.

[2] Bolognesi (R.), Daultier (J.M.), Naaim (F.), Ousset (F.), 1995, Une évaluation quantitative du snowdrift pour la prévision locale des avalanches, Revue ANENA, n° 69, mars 95.

[3] Schmidt (R.A.) & al., 1984, Comparison of snow drifting measurements at an alpine ridge crest, Cold Regions Science and Technology, Vol. 9, pp 131-141.

[4] Castelle (Th.), 1994, Transport de neige par le vent en montagne : approche expérimentale du site du col du lac blanc, Thèse de doctorat 1303, Génie civil EPFL.

[5] Melly Th. (1996), Capteur acoustique de transport de neige par le vent Eoleige, Rapport interne EPFL.

[6] Gubler (H.), 1995, An integrated system for artificial avalanche control, proc. ANENA, Symposium Chamonix, pp 201-206.